

DIALOG(R)File 345:Inpadoc;Fam.& Legal Stat

(c) 2002 EPO. All rts. reserv.

12630926

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 7235680 A2 950905 <No. of Patents: 001>

MANUFACTURE OF THIN-FILM TRANSISTOR (English)

Patent Assignee: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Author (Inventor): GOTO YASUMASA; SETO TOSHISUKE; KAWAHISA YASUTO

IPC: \*H01L-029/786; H01L-021/336; H01L-021/265

CA Abstract No: 124(02)019778K

Derwent WPI Acc No: C 95-341995

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
<b>JP 7235680</b>	A2	950905	JP 9425800	A	940224 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 9425800 A 940224

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2002 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04943080 \*\*Image available\*\*

MANUFACTURE OF THIN-FILM TRANSISTOR

PUB. NO.: 07-235680 [JP 7235680 A]

PUBLISHED: September 05, 1995 (19950905)

INVENTOR(s): GOTO YASUMASA

SETO TOSHISUKE

KAWAHISA YASUTO

APPLICANT(s): TOSHIBA CORP [000307] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL. NO.: 06-025800 [JP 9425800]

FILED: February 24, 1994 (19940224)

INTL CLASS: [6] H01L-029/786; H01L-021/336; H01L-021/265

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R004 (PLASMA); R011 (LIQUID CRYSTALS); R096 (ELECTRONIC  
MATERIALS -- Glass Conductors); R100 (ELECTRONIC MATERIALS --  
Ion Implantation); R116 (ELECTRONIC MATERIALS -- Light  
Emitting Diodes, LED)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To make it possible to simplify the manufacturing steps of an offset region in a submicron or micron order by performing the etching step of a gate electrode, the impurity implantation step and the re-etching step under the same mask.

CONSTITUTION: After resist, photosensitive polyimide 106 and the like are patterned by photolithography, a gate electrode 107a is etched by a CDE method or the like so that the angle of  $\theta_1 = 25^\circ$  is formed.

Thereafter, ions are implanted, and phosphorus is implanted by an ion doping method, without peeling the resist, the polyimide and the like.

Furthermore, under the intact used state, wherein the etching is performed by the CDE method, this part is used as the mask in anisotropy etching by an RIE method without peeling the resist, the polyimide and the like. When the gate electrode is etched again at the taper angle of  $\theta_2 = 87^\circ$  by the RIE method, an offset region of 110 of about 600nm and an LDD region 109 of about 460nm can be formed.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-235680

(43)公開日 平成7年(1995)9月5日

(51)IntCl. <sup>°</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H01L 29/786 21/336 21/265		9056-4M	H01L 29/78 21/265	311 P G
審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全5頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平6-25800

(22)出願日 平成6年(1994)2月24日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 後藤 康正

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 瀬戸 俊祐

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 川久 慶人

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

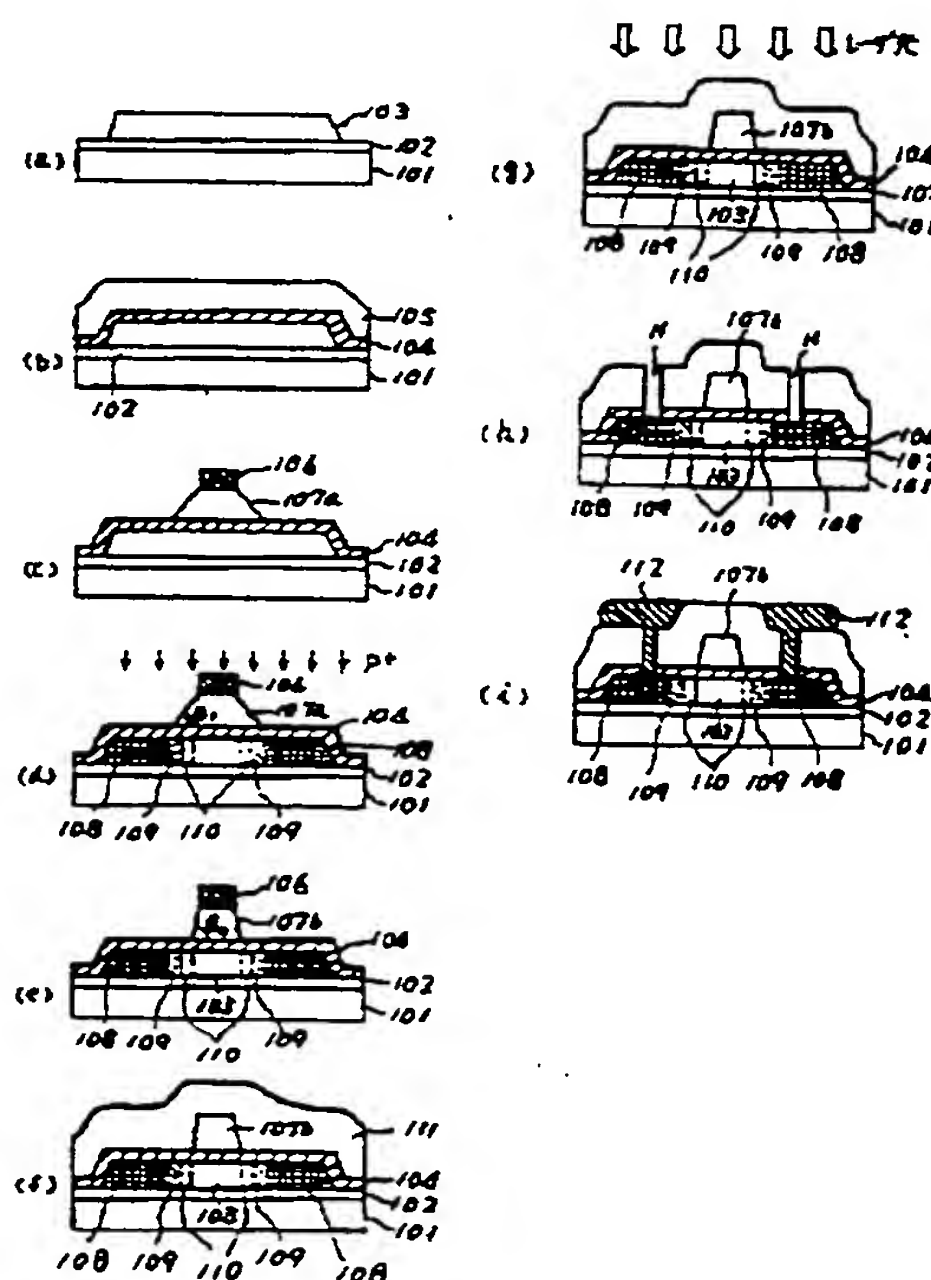
(74)代理人 弁理士 則近 憲佑

(54)【発明の名称】 薄膜トランジスタの製造方法

(57)【要約】

【目的】 製造工程を煩雑化することなしに、低リーク電流のTFTを提供する。

【構成】 多結晶シリコンをチャネルに有するトップゲート型薄膜トランジスタにおいて、ソース・ドレイン領域にイントリンシック領域、低不純物濃度領域、高不純物濃度領域を有する薄膜トランジスタをゲート電極を同一のマスクを用いて、2回のエッチング工程と、1回の不純物注入工程で形成する薄膜トランジスタの製造方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁基板上に半導体層を形成する工程と、この半導体層上に底面が広がったゲート電極を形成する工程と、このゲート電極をマスクとして前記半導体層に不純物を導入しソース・ドレイン領域形成する工程と、前記ゲート電極の側面をエッチングする工程とを具備することを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、薄膜トランジスタの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 プラズマ、発光ダイオード、液晶等の表示デバイスは、表示部の薄型化が可能であり、事務機器やコンピュータ等の表示装置あるいは特殊な表示装置への用途として要求が高まっている。

【0003】 これらの中で、非晶質であるアモルファス・シリコン（ $a-Si$ ）または結晶を持ったシリコン（ポリシリコン： $poly-Si$ ）を用いた薄膜トランジスタ（TFT）をスイッチング素子としてマトリクス上に配した液晶表示装置（TFT-LCD）は、表示品位が高く、低消費電力であるため、その開発が盛んに行われている。

【0004】 特に $poly-Si$ を用いたTFTは、 $a-Si$ TFTよりも移動度が10から100倍程度高く、その利点を利用して画素スイッチング素子として用いるだけでなく、周辺駆動回路に $poly-Si$ TFTを用いて、画素TFTと駆動回路TFTを同一基板上に同時に形成する駆動回路一体型TFT-LCDの研究開発が盛んに行われている。

【0005】  $poly-Si$ TFTは、 $a-Si$ TFTに比べ移動度は高いが、他方リーク電流（TFTがOFFのとき流れてしまうリーク電流）が $a-Si$ TFTに比べ高いという難点がある。駆動回路を構成する場合には、特に問題にならないが画素スイッチングに用いた場合は、画質劣化の原因となる。

【0006】 そのため、画素に用いる $poly-Si$ TFTには、さまざまに構造上に工夫をこらしたものがあつた。その一例として、オフセット構造を持ったTFTを製造する場合、ソースドレイン領域、オフセット領域を形成するために、フォトリソグラフィ工程が2回必要である。従って露光のために少なくとも2つのマスクが必要であり、それに共うPEP工程等の露光工程も夫々必要となり、工程が煩雑化するという問題があつた。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 従来の薄膜トランジスタの製造方法は、リーク電流の低減化に有利なオフセット構造を有するものの、少なくとも2つのマスクを必要とする2回の露光工程が必要で工程が煩雑化する問題があつた。

【0008】 本発明は上記問題点に鑑みてなされたもので、1回の露光工程でオフセット構造を形成でき、製造工程数を簡略化した薄膜トランジスタの製造方法の提供を目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明は絶縁基板上に半導体層を形成する工程と、この半導体層上に底面が広がったゲート電極を形成する工程と、このゲート電極をマスクとして前記半導体層に不純物を導入しソース・ドレイン領域を形成する工程と、前記ゲート電極の側面をエッチングする工程とを具備することを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法を提供するものである。ここで、半導体はIV族半導体やIII-V族等の化合物半導体であっても良いが、液晶表示装置に使用した際の画質向上面からシリコンが好ましい。

## 【0010】

【作用】 透明絶縁性基板上に、薄膜トランジスタを製造する際、ゲート電極のエッチング工程、不純物注入工程、再エッチング工程を、同一のマスクで行うことにより、サブミクロンあるいはミクロンオーダのオフセット領域の製造工程を簡略化することができる。それによりコストの低下、歩留まりの向上が可能となる。

## 【0011】

【実施例】 以下、本発明の詳細を図示の実施例により説明する。

（実施例1） 実施例1を図1に従い説明する。図1にはnチャネルコプラナ型TFTの製造工程を示している。

【0012】 最初にガラス基板・石英基板等からなる透光性絶縁基板101上にCVD法によりバッファ層となる $SiO_x$ 膜102を100nm程度被着する。さらにCVD法により $a-Si:H$ 膜を50nm被着し、450度で1時間炉アニールを行った後、例えばXeClエキシマレーザアニールにより $a-Si:H$ 膜を熔融再結晶化させ $poly-Si$ 膜103を形成する。その後、フォトリソグラフィ等により $poly-Si$ 膜103をパターンニング、エッチングし、島状に加工する（図1(a)）。

【0013】 次に、CVD法によりゲート絶縁膜として $SiO_x$ 膜104を100nm被着した後、ゲート電極として例えば燐ドーパ $a-Si$ 膜105を400nm被着する（図1(b)）。

【0014】 フォトリソグラフィによりレジスト、感光性ポリイミド106等をパターンニングした後に、ゲート電極107aを例えばCDE法等により $\theta_1 = 25^\circ$ の角度がつくようにエッチングを行う（図1(c)）。

【0015】 次にレジスト、ポリイミド等の剥離を行わず、イオン注入、イオンドーピング法により燐を注入する。イオン注入法の場合、例えば加速電圧は100keV、ドーズ量は $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ とする。燐イオンは上部にゲート電極が存在しないソース・ドレイン領域10

8には燐イオンがヘビードープされる、この領域に電氣的に隣接してゲートテーパ端部を通過して燐イオンが注入される領域、つまりライトリドープされた領域109、さらに隣接して膜厚が215nm以上あるテーパ部直下の活性層領域、すなわちイントリンシックSiのままである領域110が得られる(図1(d))。

【0016】次にレジスト・ポリイミド等の剥離を行わず、CDE法によるエッチング時に用いたままの状態ですらに、RIE法の異方性エッチング時のマスクとして使用する。RIE法により $\theta_2 = 87^\circ$ のテーパ角でゲート電極を再エッチングすると約600nmのオフセット領域110と、約460nmのLDD領域109が形成できる。このときの活性層及びゲート電極の状態について記載する。ゲート電極の再エッチングによりゲート電極107b長は短くなり、それにともないチャネル領域はやや短くなる。チャネルに隣接して前記ライトリドープ(LDD)領域109、イントリンシックSi領域(オフセット領域)110がソース・ドレイン領域の一部として加わる(図1(e))。

【0017】この後レジスト等の剥離を行った後、APCVD法により層間絶縁膜111を400nm程度被着する(図1(f))。次に、例えばXeClエキシマレーザーアニールによりソース・ドレイン領域、ゲート電極107bの活性化を行う。この時のレーザーエネルギーは約200mJ/cm<sup>2</sup>とすれば、十分に活性化ができる。レーザー活性化法を用いた場合不純物の拡散長は、たかだか60nm程度であるので約540nm(0.5 $\mu$ m)のオフセット領域110が形成される。さらに、LDD領域109とオフセット領域110を同時に熔融させるために、良好なn/i接合を形成できることも、リーク電流低減に寄与している(図1(g))。

【0018】さらに、フォトリソグラフィによりコンタクトホールHを開孔し(図1(h))、ソース・ドレイン電極として例えばAl膜をスパッタリング法により成膜する。フォトリソグラフィ等によりソース・ドレイン電極112にパターニングして、nチャネルコプラナ型TFETが完成する(図1(i))。

【0019】ここでゲート電極107a、107bのテーパ加工について説明を加える。ゲート電極をテーパエッチングする際、図2に示したようにゲート電極107aのテーパ角を $\theta_1$ 度とする。次に、レジスト等の剥離を行わずそのままゲート電極107aをマスクとして不純物を注入する。さらに、前記ゲート電極107aエッチング時に用いたレジスト等をマスクとし、ゲート電極107aのエッチ部が垂直あるいは垂直に近い角度( $\theta_2$ )になるように再エッチングを行ってゲート電極107bを形成する。この時、 $\theta_2 > \theta_1$ なる条件でエッチングすることは、言うまでもない。ゲート電極107a、ゲート絶縁膜104を通過して不純物が注入される領域の長さ( $L_1$ )と、チャネル領域に隣接したイン

トリンシックポリシリコンのいわゆるオフセット領域の長さ( $L_0$ )の制御は、ゲート電極107a、107bの膜厚、イオン加速電圧、ゲート電極テーパ部の角度( $\theta_1$ 、 $\theta_2$ )等によって制御する。この時の活性層103中の平均不純物密度を図3に示す。このように、1度の不純物注入工程で、ゲート電極端107bからの距離により、高不純物濃度領域108( $>L_1$ )、低不純物濃度領域109( $L_1 > L_0$ )、オフセット領域110( $L_0 > 0$ )の3領域を形成することができる。

【0020】また、ゲート電極を上記条件( $\theta_2 > \theta_1$ )で2回でエッチングした後、ゲート電極をマスクとして、さらに不純物を低濃度で注入するとLDD構造をとることもできる。

【0021】このとき、不純物を含まないpoly-Si領域(オフセット領域)104の長さ( $L_1$ )と、低不純物濃度領域105の長さ( $L_0$ )の比( $L_1/L_0$ )が0.1以上であることが高い信頼性を得ることから好ましい。

【0022】この製造方法によれば、オフセット領域を形成するために新たなマスクを必要としない。従ってその分の余分のPEP工程等がなくなり、大幅に工程を簡略化することができる。

【0023】本発明のTFETにおいては、容易にオフセット構造を形成することができリーク電流を $7 \times 10^{-11}$ A程度に低減でき、ゲート電極にテーパがついているにも関わらず、前記ゲート電極直下のゲート絶縁膜中に燐イオンが注入されずTFETの信頼性が向上する。

(実施例2) 本実施例が、実施例1と異なる点は、半導体がSi以外の半導体である化合物半導体のGaAsであり、ゲート電極がW<sub>N</sub>Xのショットキー電極になったことにある。この場合、実施例1の様なゲート絶縁膜は必要ないので、Si基板上にGaAs層を形成しておき、このGaAs層上にさらに形成したテーパ形状(底面が広がった台形)のゲート電極から不純物をイオン注入してソース・ドレイン領域を形成し、この後、ゲート電極の側面を実施例1と同様にエッチングする。エッチングした下部のGaAs層がオフセット領域となる。これによって実施例1とは材料系は異なるもののGaAsを用いたコプラナ型TFETをオフセット領域を持った構造で実施例1と同様に形成することができる。甲第1号証かについても、実施例1と同様に奏する事ができる。

【0024】なお、本発明では、コプラナ型TFETについて説明したが、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、さまざまに変形することができる。例えばソース・ドレイン領域、チャネル領域よりもゲート電極が上にくるTFET、例えばスタガ型TFETについても同様に実施することができる。また、nチャネルまたはpチャネルタイプのTFETに適用することができるのは言うまでもない。ゲート電極材料については、高融点金属、その経過物、窒化物などが使用でき、また、ゲート絶縁膜につ



いては、窒化シリコン、窒化酸化シリコン等が使用でき、さらには、ソース・ドレイン領域、チャネル領域については、多結晶、非晶質の各種半導体を使用することができる。

#### 【0025】

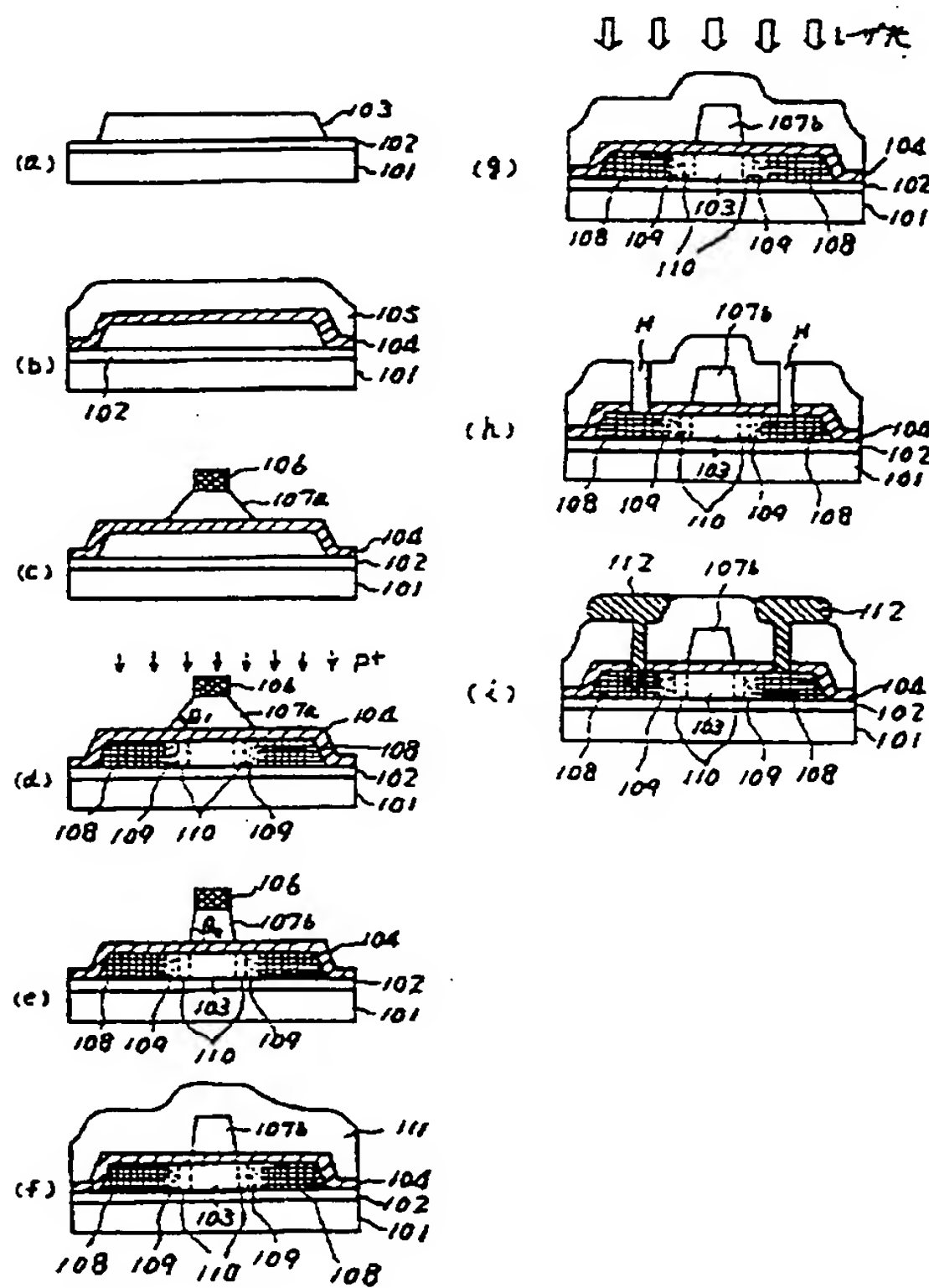
【発明の効果】本発明により、オフセット領域を形成するためのフォトリソグラフィ工程を削除し、製造工程を簡略化することができる。それによりコストの低下、歩留まりの向上が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

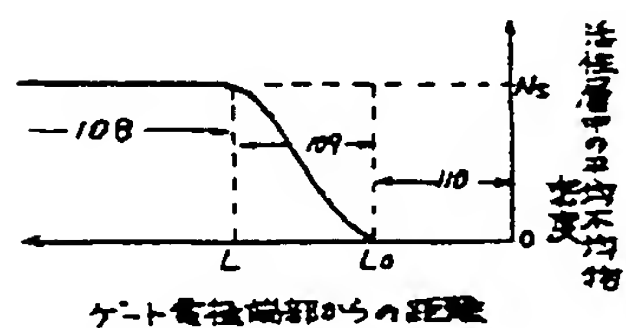
【図1】 本発明の実施例を工程順に示した断面図。

【図2】 本発明の実施例の要部拡大図。

【図1】



【図3】

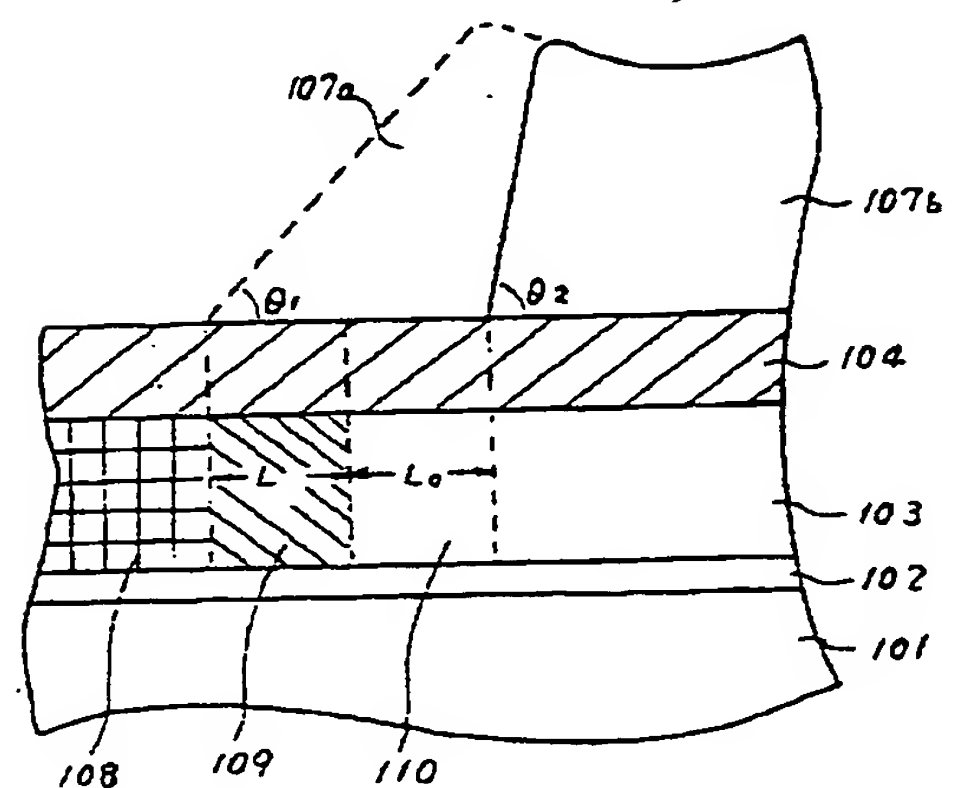


【図3】 本発明の実施例を説明する図。

#### 【符号の説明】

- 101 基板
- 102 バッファ層
- 103 多結晶シリコンチャネル
- 104 ゲート絶縁膜
- 107a、107b ゲート電極
- 108 ソース・ドレイン領域
- 109 低不純物濃度領域
- 110 オフセット領域
- 111 層間絶縁膜

【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9056-4M

H O 1 L 29/78

3 1 1 G

【公報種別】 特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
【部門区分】 第7部門第2区分  
【発行日】 平成13年11月9日(2001.11.9)

【公開番号】 特開平7-235680  
【公開日】 平成7年9月5日(1995.9.5)  
【年通号数】 公開特許公報7-2357  
【出願番号】 特願平6-25800  
【国際特許分類第7版】

H01L 29/786

21/336

21/265

【F I】

H01L 29/78 311 P

21/265 G

29/78 311 G

【手続補正書】

【提出日】 平成13年2月23日(2001.2.23)

【手続補正1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 全文

【補正方法】 変更

【補正内容】

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜トランジスタの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁基板上に半導体層を島状に形成する工程と、この半導体層上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に導電膜を形成する工程と、前記導電膜上に所定パターンのレジストマスクを形成する工程と、前記導電膜をその上面が前記レジストマスクに従い、底面が広がったテーパー状にパターニングする工程と、この導電膜をマスクとして前記半導体層に不純物を導入する工程と、前記レジストマスクを用いて前記導電膜の側面をエッチングしてゲート電極を形成する工程とを具備することを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項2】 絶縁基板上に半導体層を島状に形成する工程と、この半導体層上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に導電膜を形成する工程と、前記導電膜をその底面端部が広がったテーパー状にパターニングする工程と、この導電膜のパターンをマスクとして前記半導体層に所定濃度の不純物を導入する工程と、前記導電膜の側面をエッチングしてゲート電極を形成する工程と、前記半導体層に、前記ゲート電極をマスクとして前記所定濃度よりも低い濃度の不純物を導入する工程と、を具備することを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項3】 前記導電膜をパターニングする工程と、前記ゲート電極を形成する工程では同一のマスクを用い

ることを特徴とする請求項2記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項4】 前記半導体層を島状に形成する工程の前に、前記絶縁基板上にバッファ層を形成する工程を具備することを特徴とする請求項1乃至2のいずれかに記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項5】 前記薄膜トランジスタの製造方法において、前記ゲート電極をレーザ活性化する工程をさらに具備することを特徴とする請求項1乃至2のいずれかに記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、薄膜トランジスタの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 プラズマ、発光ダイオード、液晶等の表示デバイスは、表示部の薄型化が可能であり、事務機器やコンピュータ等の表示装置あるいは特殊な表示装置への用途として要求が高まっている。

【0003】 これらの中で、非晶質であるアモルファス・シリコン(a-Si)または結晶を持ったシリコン(ポリシリコン:poly-Si)を用いた薄膜トランジスタ(TFT)をスイッチング素子としてマトリックス上に配した液晶表示装置(TFT-LCD)は、表示品位が高く、低消費電力であるため、その開発が盛んに行われている。

【0004】 特にpoly-Siを用いたTFTは、a-SiTFTよりも移動度が10から100倍程度高く、その利点を利用して画素スイッチング素子として用いるだけでなく、周辺駆動回路にpoly-SiTFTを用いて、画素TFTと駆動回路TFTを同一基板上に同時に形成する駆動回路一体型TFT-LCDの研究開発



が盛んに行われている。

【0005】poly-Si TFTは、a-Si TFTに比べ移動度は高いが、他方リーク電流（TFTがOFFのとき流れてしまうリーク電流）がa-Si TFTに比べ高いという難点がある。駆動回路を構成する場合には、特に問題にならないが画素スイッチングに用いた場合は、画質劣化の原因となる。

【0006】そのため、画素に用いるpoly-Si TFTには、さまざまに構造上に工夫をこらしたものがある。その一例として、オフセット構造を持ったTFTを製造する場合、ソースドレイン領域、オフセット領域を形成するために、フォトリソグラフィ工程が2回必要である。従って露光のために少なくとも2つのマスクが必要であり、それに共うPEP工程等の露光工程も夫々必要となり、工程が煩雑化するという問題があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の薄膜トランジスタの製造方法は、リーク電流の低減化に有利なオフセット構造を有するものの、少なくとも2つのマスクを必要とする2回の露光工程が必要で工程が煩雑化するという問題があった。

【0008】本発明は上記問題点を鑑みてなされたもので、1回の露光工程でオフセット構造、あるいはLDD構造を形成でき、製造工程数を簡略化した薄膜トランジスタの製造方法の提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために絶縁基板上に半導体層を島状に形成する工程と、この半導体層上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に導電膜を形成する工程と、前記導電膜上に所定パターンのレジストマスクを形成する工程と、前記導電膜をその上面が前記レジストマスクに従い、底面が広がったテーパー状にパターニングする工程と、この導電膜をマスクとして前記半導体層に不純物を導入する工程と、前記レジストマスクを用いて前記導電膜の側面をエッチングしてゲート電極を形成する工程とを具備することを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法を提供するものである。ここで、半導体は4族半導体や3-4族等の加工物半導体であっても良いが、液晶表示装置に使用した際の画質向上からシリコンが好ましい。

【0010】

【作用】透明絶縁性基板上に、薄膜トランジスタを製造する際、ゲート電極のエッチング工程、不純物注入工程、再エッチング工程を、同一のマスクで行うことにより、サブミクロンあるいはミクロンオーダーのオフセット領域の製造工程を簡略化することができる。それによりコストの低下、歩留まりの向上が可能となる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の詳細を図示の実施例により説明する。（実施例1）実施例1を図1に従い説明する。

図1にはnチャネルコプラナ型TFTの製造工程を示している。

【0012】最初にガラス基板・石英基板等からなる透光性絶縁基板101上にCVD法によりバッファ層となるSiO<sub>x</sub>膜102を100nm程度被着する。さらにCVD法によりa-Si:H膜を50nm被着し、450度で1時間炉アニールを行った後、例えばXeClエキシマレーザアニールによりa-Si:H膜を熔融再結晶化させpoly-Si膜103を形成する。その後、フォトリソグラフィ等によりpoly-Si膜103をパターニング、エッチングし、島状に加工する（図1（a））。

【0013】次に、CVD法によりゲート絶縁膜としてSiO<sub>x</sub>膜104を100nm被着した後、ゲート電極として例えば燐ドーパ-Si膜105を400nm被着する（図1（b））。

【0014】フォトリソグラフィによりレジスト、感光性ポリイミド106等をパターニングした後に、ゲート電極107aを例えばCDE法等により $\theta_1 = 25^\circ$ の角度がつくようにエッチングを行う（図1（c））。

【0015】次にレジスト、ポリイミド等の剥離を行わず、イオン注入、イオンドーピング法により燐を注入する。イオン注入法の場合、例えば加速電圧は100keV、ドーズ量は $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ とする。燐イオンは上部にゲート電極が存在しないソース・ドレイン領域108には燐イオンがヘビードープされる。この領域に電気的に隣接してゲートテーパー端部を通過して燐イオンが注入される領域、つまりライトリードープされた領域109、さらに隣接して膜厚が215nm以上あるテーパー部直下の活性層領域、すなわちイントリンシックSiのままである領域110が得られる（図1（d））。

【0016】次にレジスト・ポリイミド等の剥離を行わず、CDE法によるエッチング時に用いたままの状態ですらに、RIE法の異方性エッチング時のマスクとして使用する。RIE法により $\theta_2 = 87^\circ$ のテーパー角でゲート電極を再エッチングすると約600nmのオフセット領域110と、約460nmのLDD領域109が形成できる。このときの活性層及びゲート電極の状態について記載する。ゲート電極の再エッチングによりゲート電極107b長は短くなり、それとともないチャネル領域はやや短くなる。チャネルに隣接して前記ライトリードープ（LDD）領域109、イントリンシックSi領域（オフセット領域）110がソース・ドレイン領域の一部として加わる（図1（e））。

【0017】この後レジスト等の剥離を行った後、APCVD法により層間絶縁膜111を400nm程度被着する（図1（f））。次に、例えばXeClエキシマレーザアニールによりソース・ドレイン領域、ゲート電極107bの活性化を行う。この時のレーザエネルギーは約200mJ/cm<sup>2</sup>とすれば、十分に活性化ができ

る。レーザ活性化法を用いた場合不純物の拡散長は、たかだか60nm程度であるので約540nm(0.5 $\mu$ m)のオフセット領域110が形成される。さらに、LDD領域109とオフセット領域110を同時に溶解させるために、良好なn/i接合を形成できることも、リーク電流低減に寄与している(図1(g))。

【0018】さらに、フォトリソグラフィによりコンタクトホールHを開孔し(図1(h))、ソース・ドレイン電極として例えばAl膜をスパッタリング法により成膜する。フォトリソグラフィ等によりソース・ドレイン電極112にパターンニングして、nチャネルコプラナ型TFETが完成する(図1(i))。

【0019】ここでゲート電極107a、107bのテーパ加工について説明を加える。ゲート電極をテーパエッチングする際、図2に示したようにゲート電極107aのテーパ角を $\theta_1$ 度とする。次に、レジスト等の剥離を行わずそのままゲート電極107aをマスクとして不純物を注入する。さらに、前記ゲート電極107aエッチング時に用いたレジスト等をマスクとし、ゲート電極107aのエッチ部が垂直あるいは垂直に近い角度( $\theta_2$ )になるように再エッチングを行ってゲート電極107bを形成する。この時、 $\theta_2 > \theta_1$ なる条件でエッチングすることは、言うまでもない。ゲート電極107a、ゲート絶縁膜104を通過して不純物が注入される領域の長さ(L)と、チャネル領域に隣接したイントリンシックポリシリコンのいわゆるオフセット領域の長さ(L<sub>0</sub>)の制御は、ゲート電極107a、107bの膜厚、イオン加速電圧、ゲート電極テーパ部の角度( $\theta_1$ 、 $\theta_2$ )等によって制御する。この時の活性層103中の平均不純物密度を図3に示す。このように、1度の不純物注入工程で、ゲート電極端107bからの距離により、高不純物濃度領域108( $L > L_0$ )、低不純物濃度領域109( $L < L_0$ )、オフセット領域110( $L_0 > 0$ )の3領域を形成することができる。

【0020】また、ゲート電極を上記条件( $\theta_2 > \theta_1$ )で2回でエッチングした後、ゲート電極をマスクとして、さらに不純物を低濃度で注入するとLDD構造をとることもできる。

【0021】このとき、不純物を含まないpoly-Si領域(オフセット領域)104の長さ(L)と、低不純物濃度領域105の長さ(L<sub>0</sub>)の比(L/L<sub>0</sub>)が0.1以上であることが高い信頼性を得ることから好ましい。

【0022】この製造方法によれば、オフセット領域を形成するために新たなマスクを必要としない。従ってその分の余分のPEP工程等がなくなり、大幅に工程を簡略化することができる。

【0023】本発明のTFETにおいては、容易にオフセット構造を形成することができリーク電流を $7 \times 10$

-11A程度に低減でき、ゲート電極にテーパがついているにも関わらず、前記ゲート電極直下のゲート絶縁膜中に隣イオンが注入されずTFETの信頼性が向上する。

(実施例2) 本実施例が、実施例1と異なる点は、半導体がSi以外の半導体である化合物半導体のGaAsであり、ゲート電極がWNxのショットキー電極になったことにある。この場合、実施例1の様なゲート絶縁膜は必要ないので、Si基板上にGaAs層を形成しておき、このGaAs層上にさらに形成したテーパ形状(底面が広がった台形)のゲート電極から不純物をイオン注入してソース・ドレイン領域を形成し、この後、ゲート電極の側面を実施例1と同様にエッチングする。エッチングした下部のGaAs層がオフセット領域となる。これによって実施例1とは材料系は異なるもののGaAsを用いたコプラナ型TFETをオフセット領域を持った構造で実施例1と同様に形成することができる。

【0024】なお、本発明では、コプラナ型TFETについて説明したが、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、さまざまに変形することができる。例えばソース・ドレイン領域、チャネル領域よりもゲート電極が上にくるTFET、例えばスタガ型TFETについても同様に実施することができる。また、nチャネルまたはpチャネルタイプのTFETに適用することができるのは言うまでもない。ゲート電極材料については、高融点金属、その経過物、窒化物などが使用でき、また、ゲート絶縁膜については、窒化シリコン、窒化酸化シリコン等が使用でき、さらには、ソース・ドレイン領域、チャネル領域については、多結晶、非晶質の各種半導体を使用することができる。

【0025】

【発明の効果】 本発明により、オフセット領域を形成するためのフォトリソグラフィ工程を削除し、製造工程を簡略化することができる。それによりコストの低下、歩留まりの向上が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例を工程順に示した断面図。

【図2】 本発明の実施例の要部拡大図。

【図3】 本発明の実施例を説明する図。

【符号の説明】

- 101 基板
- 102 バッファ層
- 103 多結晶シリコンチャネル
- 104 ゲート絶縁膜
- 107a、107b ゲート電極
- 108 ソース・ドレイン領域
- 109 低不純物濃度領域
- 110 オフセット領域
- 111 層間絶縁膜